

**SELECCIÓN Y UTILIZACIÓN DE PROCEDIMIENTOS EFECTIVOS PARA
EL DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO DURANTE EL PRIMER
SEMESTRE DEL AÑO 2011 QUE PROMUEVA UN SISTEMA DE
MEJORAMIENTO CONTINUO DEL MANTENIMIENTO EN LA EMPRESA
AGROCOSTA LTDA**

CARLOS NIEVAS DONADO

SANDRA ARAUJO ROMO

Corporación Universitaria de la Costa, C.U.C

Facultad de Ingenierías

Barranquilla

2011

**SELECCIÓN Y UTILIZACIÓN DE PROCEDIMIENTOS EFECTIVOS PARA
EL DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO DURANTE EL PRIMER
SEMESTRE DEL AÑO 2011 QUE PROMUEVA UN SISTEMA DE
MEJORAMIENTO CONTINUO DEL MANTENIMIENTO EN LA EMPRESA
AGROCOSTA LTDA**

CARLOS NIEVAS DONADO

SANDRA ARAUJO ROMO

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniería
Industrial**

Asesor: William Jabba

Corporación Universitaria de la Costa, C.U.C

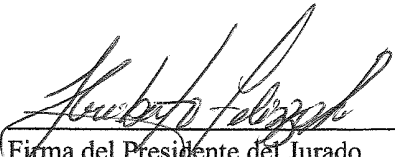
Facultad de Ingenierías

Barranquilla

2011

NOTA DE ACEPTACIÓN

Trabajo de Grado
Aceptado según
los criterios de Evaluación
de la institución


Firma del Presidente del Jurado

SANTAGO NIETO I.
Jurado

Julian López Jr.
Jurado

Barranquilla, 20 de Agosto de 2011

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	8
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
2. JUSTIFICACION	15
3. OBJETIVOS	17
3.1. Objetivo General	17
3.2. Objetivos Específicos	17
4. DELIMITACIÓN	19
4.1. Delimitación Temporal	19
4.2. Delimitación Espacial	20
5. LIMITACIONES	21
6. MARCO REFERENCIAL	22

6.1. MARCO TEÓRICO	22
6.1.1. Antecedentes y teorías básicas del problema	22
6.1.2. Definición de términos básicos (Marco Conceptual)	25
6.1.2.1. Concepto de mantenimiento	25
6.1.2.2. Parámetros del mantenimiento	26
6.1.2.3. Estrategias de mantenimiento	28
6.1.2.4. Administración del mantenimiento	32
6.1.2.5. Etapas de la administración del mantenimiento	33
6.1.2.6. Mejoramiento continuo	35
6.1.2.7. Administración del mantenimiento preventivo	38
6.1.2.8. Tipos de mantenimiento	44
6.1.2.9. Confiabilidad Operacional	45
6.1.2.10. Concepto de Fallas	47

6.1.2.11. Etapas de la confiabilidad	48
6.1.2.12. Indicadores de Mantenimiento	52
6.1.3. Formulación de hipótesis	57
6.1.4. Operacionalización de variables	58
7. DISEÑO METODOLÓGICO	59
7.1. Tipo de Estudio	59
7.2. Técnicas de recolección de información	59
7.2.1. Técnicas de recolección de información primaria	59
7.2.2. Técnicas de recolección de información secundaria	59
7.3. Instrumentos de recolección de información	60
7.3.1. Instrumentos de recolección de información primaria	60
7.3.2. Instrumentos de recolección de información secundaria	60
8. ACTIVIDADES ESPECÍFICAS	61

CONCLUSIONES	80
BIBLIOGRAFIA	82

INTRODUCCIÓN

La adquisición de activos en una empresa se da diariamente. Una empresa adquiere estos conforme a las necesidades que se presenten, cada uno de los activos mencionados cumple con una función específica en la cual está interesado el empresario que los obtiene y confía en que van a cumplir con la misma.

Para que estos activos se mantengan confiables con el pasar del tiempo el empresario debe aplicar técnicas que aumenten el ciclo de vida útil de cada uno de los elementos físicos que hacen parte de su activo neto para evitar riesgos como lo son el no cumplir con una demanda que la competencia puede cubrir fácilmente, he allí donde el mantenimiento industrial se vuelve técnica fundamental para cumplir el objetivo anteriormente descrito. El autor Luis Martínez R en su libro “Organización y planificación de sistemas de mantenimiento” explica el cambio del mantenimiento industrial a través del tiempo:

“Como consecuencia del clima de transformaciones imperante en el ámbito mundial, la demanda de mayores volúmenes de productos, con requisitos de calidad cada vez más exigentes, y las barreras económicas que obstaculizaban el proceso de renovación tecnológica, las empresas se vieron obligadas a establecer una política de explotación intensiva de la maquinaria industrial.

Sin embargo, a pesar de someter a las plantas a regímenes de funcionamiento cada vez más intensos, las actividades relacionadas con el mantenimiento industrial siguieron siendo consideradas como labores de segundo orden. La función de mantener, usualmente, se reducía a tratar, lo más rápidamente posible, de restablecer el funcionamiento de las máquinas cuando se producían las averías. Se buscaba de esta manera contener, en la medida de las posibilidades, las pérdidas ocasionadas por la interrupción de la actividad productiva, que se agravaba a medida que se extendía la duración del lapso de inactividad.

Visto desde otro ángulo, las exigencias de las áreas de producción se superponían, como criterio prevaleciente en las orientaciones de las empresas, dando lugar a la instauración de una estrategia de mantenimiento correctivo, como medida única para enfrentar los problemas de disponibilidad de la maquinaria, apartando casi por completo la práctica del mantenimiento preventivo. Esta costumbre, más generalizada de lo que pudiera pensarse, condujo progresivamente, y en plazos relativamente breves, al deterioro de los equipos, llevándolos a condiciones tales que los costos de penalización y reparación terminaban por colocarse muy por encima de lo que habría significado adoptar y seguir una estrategia de mantenimiento acorde con las características operativas y la dinámica de fallas de las instalaciones.”

La planeación y programación del mantenimiento en una empresa hoy en día se considera uno de los factores necesarios para aumentar la vida útil de los activos adquiridos y su funcionamiento óptimo. Richard Palmer cita los conceptos de mantenimiento proactivo de Jhon Day Jr. (1993) en su libro “Maintenance and scheduling handbook” este dice: “El mantenimiento urgente realizado bajo la presión de un horario establecido es raramente costo-eficiente”. Este concepto representa no solo ahorro para la persona que lo aplica en su empresa sino también un método de organización para el aumento en la eficiencia de las operaciones que se practican y una acción preventiva ante cualquier riesgo.

A través de este proyecto de grado demostraremos la importancia del mantenimiento en las empresas industriales y describiremos nuestra experiencia propia al seleccionar los procedimientos para diseñar un plan de mantenimiento para las máquinas de la empresa Agrocosta Ltda., definiendo los pasos que se siguieron para realizarlo y las recomendaciones necesarias para llevar el proceso con éxito.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Algunas empresas hoy en día consideran todavía el mantenimiento como un gasto y no una inversión, por falta de conocimiento sobre el tema, juicios propios o falta de interés. En el libro “Maintenance and scheduling handbook” de Richard Palmer se cita a Philip Young que comenta: La industria típicamente no involucra el intelecto de mantenimiento por adelantado, Esto es una falta seria.

La confiabilidad de las maquinas que operan en una planta se vuelve parte vital del nivel de competitividad de la misma. Palmer explica: " La capacidad de la planta es la sangre vital de la compañía. La capacidad de la planta debe ser confiable para que la compañía produzca un producto que se mantenga en el mercado". A partir de este comentario se puede decir que cuando las maquinas no están disponibles para trabajar para el cliente en el momento en que así sea demandado, se ve directamente afectada la imagen de la empresa y el producto que esta negocia.

Al mismo tiempo, se debe tener en cuenta que la confiabilidad de los equipos en una planta no se mantiene por sí sola, éstos deben pasar por procesos de mantenimiento para poder funcionar y estar disponibles el mayor tiempo posible. Carlos Mario Pérez Jaramillo dice en su artículo “Confiabilidad gestión o cálculos”: “La mejora de la “confiabilidad” adquiere un papel protagónico en el desempeño de la empresas; que en consecuencia se obtiene: tiempos de detención breves, baja cantidad de fallas y

niveles de accidentes, uso adecuado de los recursos, mínimo impacto ambiental y reducidos efectos negativos en la imagen de la compañía; factores estos que desempeñan un papel decisivo en el éxito empresarial. ".

Teniendo en cuenta todas las variantes mencionadas se concluye la siguiente frase “Un mantenimiento precario equivale a un flujo de ingresos precario. El mantenimiento provee un eje competitivo en muchas compañías” “Maintenance and scheduling handbook” de Richard Palmer.

En esta cita se aclara que el mantenimiento se vuelve un eje competitivo, valor fundamental que todas las empresas desean adquirir, además, el autor comenta que el nivel de mantenimiento en una empresa tiene una relación proporcionalmente directa con el flujo de ingresos.

Agrocosta Ltda., es una sociedad fundada en 1969, con sede en la ciudad de Barranquilla. Tiene por objeto social la importación, distribución y comercialización de repuestos para maquinaria agrícola, especialmente para máquinas CATERPILLAR. Como también para KOMATSU, FIAT ALLIS, JOHN DEERE, CASE, HITACHI, KOBELCO, KATO estas últimas en lo que se refiere al rodaje y herramientas de corte. Esta empresa ha demostrado un alto nivel de competitividad a nivel del mercado, Aún así el taller mecánico de la empresa actualmente no tiene implementado un plan de mantenimiento para las maquinas que funcionan en sus instalaciones.

La empresa no ha identificado directamente la lista de mantenimientos necesarios para llevar a cabo, no existe ningún tipo de procedimiento o instructivo que defina como se deben de hacer y si son rutinarios o mantenimientos especiales. Además, no sé posee un sistema determinado para guardar el historial de las fallas sucedidas en el pasado y no se conoce si es necesario tener un inventario de repuestos y con cuál de éstos debe contar el mismo y cuáles son los costos determinados de cada mantenimiento que se ha realizado hasta el día de hoy en el taller mecánico ya que estos se encuentran en planillas de compras en las cuales no se especifica que repuestos fueron adquiridos para llevar a cabo mantenimiento y cuales fueron adquiridos para inventario.

Todos estos condicionantes descritos anteriormente nos dejan deducir fácilmente que el único tipo de mantenimiento realizado a las maquinas es de tipo correctivo. Luis Martinez R, en su libro “Organización y planificación de sistemas de mantenimiento”, dice: “En la industria en general, el mantenimiento correctivo representa actualmente el mayor porcentaje de las actividades del área, lo cual se traduce en aumentos significativos de los costos de mantener. Si, además, el mantenimiento correctivo no es de tipo planificado, por causa de la urgencia de las intervenciones, los costos tienden a incrementarse aun más.”

Teniendo en cuenta la situación actual de la empresa en lo que respecta a la temática de mantenimiento surge la siguiente pregunta de investigación:

¿Qué procedimientos e instrumentos se requieren para el diseño de un plan de mantenimiento efectivo que promueva un sistema de mejoramiento continuo del mantenimiento en la empresa Agrocosta Ltda.?

2. JUSTIFICACIÓN

Este proyecto de investigación titulado “Selección y utilización de procedimientos efectivos para el diseño de un plan de mantenimiento durante el primer semestre del año 2011 que promueva un sistema de mejoramiento continuo del mantenimiento en la empresa Agrocosta Ltda” es considerado importante porque la promoción de sistemas de mejoramiento continuo en mantenimiento aumentan el nivel de confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad de la maquinaria en Agrocosta Ltda factores determinantes en el cumplimiento de la demanda del mercado, calidad y rentabilidad en los productos para satisfacer a todos los clientes.

Asimismo, es relevante para la empresa Agrocosta Ltda., por la gran importancia que tiene el concepto de mantenimiento basado en la confiabilidad hoy en día. También se considera beneficioso ya que el nivel de competitividad de la empresa aumenta de manera proporcional a la evolución del sistema de mantenimiento después de ser implementado disminuyendo las fallas en cada una de las maquinas pertenecientes al taller mecánico de la organización.

Igualmente representa un paso útil para nosotros mismos, ya que nos da experiencia como investigadores en el tema de “Planeación y programación de mantenimiento de planta” que es un área de aplicación primordial para nuestra carrera como Ingenieros Industriales.

Esta experiencia se considera novedosa ya que se crearan sistemas, procedimientos y métodos que ligaran el trabajo de cada uno de los operarios y personas relacionadas del área al concepto de mantenimiento y su importancia ágilmente asegurando así la gestión del mismo.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general

Seleccionar y utilizar procedimientos efectivos para el diseño de un plan de mantenimiento durante el primer semestre del año 2011 que promueva un sistema de mejoramiento continuo del mantenimiento en la empresa Agrocosta Ltda.

3.2. Objetivos específicos

- Investigar el marco teórico relacionado con el tema de mantenimiento, su planeación, programación y procedimientos efectivos de aplicación.
- Conocer el funcionamiento y breves pautas del mantenimiento de las maquinas que operan en la empresa Agrocosta Ltda., para dar forma al plan de mantenimiento con base en la confiabilidad.
- Elaborar registros y procedimientos de mantenimiento para cada una de las maquinas y enlistar la lista de repuestos que hacen parte de estas.

- Calcular posibles fechas en las que las maquinas pueden presentar fallas y elaborar estrategias que permitan evitarlas la ocurrencia de estas.
- Crear una herramienta a través de la cual se pueda ejemplificar la manera de guardar historial de las fallas y la información concerniente al trabajo de mantenimiento.

4. DELIMITACIONES

El alcance del proyecto está definido o comprende desde la etapa de recolección y organización de la información necesaria para la elaboración del plan de mantenimiento para las siguientes maquinas: Torno DMTG Modelo CW62100C, Taladro vertical Modelo RF30, Maquina de soldadura sumergida OMEGAWELDER Modelo 8500, Prensa Berco Modelo PP100S, Prensa Rodgers Modelo 32TPA, Llave electromecánica Berco CEM7000, Lubricadora manual Berco Modelo DCL-DCL/D, Prensa Berco Modelo PTR350, Maquina de soldadura oxicorte Lincoln Electric Model RX-520 y Maquina de soldadura MIG Lincoln Electric Model CV400LN hasta la aprobación del diseño del plan de mantenimiento de las maquinas asignadas por la empresa Agrocosta Ltda.,

4.1. Delimitación Temporal

El tiempo comprendido para la elaboración del proyecto se llevo a cabo haciendo visitas semanales y trabajo diario fuera de la empresa.

4.2. Delimitación Espacial

El proyecto de grado fue realizado en la empresa Agrocosta Ltda., ubicada en la CARRERA 67B No. VIA 40-21 de la Ciudad de Barranquilla, Atlántico.

5. LIMITACIONES

Una de las primeras limitaciones a resaltar es la falta de información, este caso se dio ya que no existía información histórica de la operación de las maquinas ni los repuestos adquiridos para cada una de estas durante su vida útil, razón por la cual los primeros datos que serán dados por el plan de mantenimiento aumentarán su nivel de confianza conforme este se implementa y se crea un sistema para guardar el historial de estas.

Además de esta limitación otra fue el tiempo de atención disponible por parte de la empresa Agrocosta Ltda., ya que la carga de trabajo que se realiza en el área es alta y los momentos libres de atención se dan en caso de tener la disponibilidad de tiempo durante el día.

6. MARCOS REFERENCIALES

6.1. Marco Teórico

6.1.1. Antecedentes y teorías básicas del problema

El mantenimiento industrial surge de la necesidad de las industrias de mejorar las condiciones de producción que en la mayoría de las ocasiones se ve afectada por inconvenientes con la maquinaria, pero además de eso, otro factor influyente es la inversión que se hace en la adquisición de estas por lo que generalmente son consideradas activos de la compañía y como tal necesitan una sostenibilidad que se consigue por medio de estrategias de mantenimiento.

El autor Walter Rene Calisaya Marón, hace un breve resumen de la historia del mantenimiento publicado en su curso ingeniería de mantenimiento hospitalario, que se encuentra divulgado en la página de mail x mail:

“La historia de mantenimiento acompaña el desarrollo Técnico-Industrial de la humanidad. Al final del siglo XIX, con la mecanización de las industrias, surgió la necesidad de las primeras reparaciones.

Hasta 1914, el mantenimiento tenía importancia secundaria y era ejecutado por el mismo personal de operación o producción.

Con el advenimiento de la primera guerra mundial y de la implantación de la producción en serie, fue instituida por la compañía Ford-Motor Company, fabricante de vehículos, las fabricas pasaron a establecer programas mínimos de producción y, en consecuencia, sentir la necesidad de crear equipos de que pudieran efectuar el mantenimiento de las maquinas de la línea de producción en el menor tiempo posible.

Así surgió un órgano subordinado a la operación, cuyo objetivo básico era la ejecución del mantenimiento, hoy conocida como mantenimiento correctivo. Esa situación mantuvo hasta la década del año 30, cuando en función de la segunda guerra mundial, y de la necesidad de aumentar la rapidez de la producción, la alta administración industrial se preocupó, no solo en corregir fallas, sino evitar que estos ocurriesen, y el personal técnico de mantenimiento, pasó a desarrollar el proceso del mantenimiento preventivo, de las averías que, juntamente con la corrosión, completaban el cuadro general de mantenimiento como de la operación o producción.

Por el año de 1950, con el desarrollo de la industria para atender a los esfuerzos de la post-guerra, la evolución de la aviación comercial y de la industria electrónica, los gerentes de mantenimiento observan que, en muchos casos, el tiempo de para de la producción, para diagnosticar las fallas, eran mayor, que la ejecución de la reparación; el da lugar a seleccionar un equipo de especialistas para componer un órgano de asesoramiento a la producción que se llamó «Ingeniería de Mantenimiento» y recibió los cargos de planear y controlar el mantenimiento preventivo y analizar causas y efectos de las averías.

A partir de 1966 con el fortalecimiento de las asociaciones nacionales de mantenimiento, creadas al final del periodo anterior, y la sofisticación de los instrumentos d protección y medición, la ingeniería de mantenimiento, pasa a desarrollar criterios de predicción o previsión de fallas, visando la optimización de la actuación de los equipos de ejecución de mantenimiento.

Esos criterios, conocidos como mantenimiento PREDICTIVO O PREVISIVO, fueron asociados a métodos de planeamiento y control de mantenimiento. Como así también hay otros tipos de mantenimiento, de precisión, mantenimiento clase mundial, (pro activo) y hoy mejora continua”

6.1.2. Definición de términos básicos (Marco Conceptual)

6.1.2.1. Concepto de mantenimiento

El principal concepto fundamental a definir para este proyecto es el de mantenimiento, ¿Qué es el mantenimiento?

En el libro “Organización y planificación de sistemas de mantenimiento”, de Luis Martínez R se plantea:

“Es el conjunto de acciones necesarias para controlar el estado técnico de los elementos que conforman una instalación industrial y restaurarlos a las condiciones proyectadas de operación, buscando la mayor seguridad, eficiencia y calidad posibles.”

Pero más allá de solo reducir las fallas y controlar el estado de los elementos, el mantenimiento ha adquirido con el pasar del tiempo un enfoque moderno, el cual es explicado a su vez en el documento electrónico “Introducción a la ingeniería de mantenimiento y confiabilidad” del facilitador Carlos Parra de la siguiente manera:

“En el contexto actual, el mantenimiento no se puede limitar solo a la simple disminución de las fallas a partir de acciones de mantenimiento seleccionadas en función de un registro histórico de fallas, este concepto ya no tiene vigencia, por lo cual el rol del mantenimiento dentro de este nuevo concepto se puede describir de la siguiente forma:

"Preservar la función de los equipos, a partir de aplicación de estrategias efectivas de mantenimiento, inspección y control de inventarios, que permitan optimizar la Confiabilidad Operacional de los activos maximizando de esta forma la rentabilidad de los procesos industriales”".

6.1.2.2. Parámetros del mantenimiento

El mantenimiento en una empresa se debe medir para poder conocer su efecto después de implementado. Para esto existen unos conceptos que se deben conocer antes de realizar la medición de este efecto, estos son los parámetros de mantenimiento, los cuales son definidos por el autor Luis Martínez R de la siguiente manera:

“PARÁMETROS DE MANTENIMIENTO: CONFIABILIDAD, MANTENIBILIDAD Y DISPONIBILIDAD.

Disponibilidad: se define como la capacidad de un componente, equipo o instalación de realizar la función para la cual fueron diseñados, en el momento en el cual se requiera su funcionamiento. Está representada por la probabilidad de que el elemento se encuentre disponible para su uso durante un periodo de tiempo establecido. Se relaciona directamente con la confiabilidad y la mantenibilidad.

Confiabilidad: equivale a la probabilidad de que un componente, equipo o instalación no experimente fallas durante un tiempo determinado, mientras se encuentra en servicio.

Mantenibilidad: corresponde a la probabilidad de que un componente, equipo o instalación que ha fallado, pueda ser reparado dentro de un periodo de tiempo dado.”

Estos parámetros en la actualidad se miden a través de sistemas de indicadores que son explicados más adelante en el marco teórico correspondiente a la investigación.

6.1.2.3. Estrategias de mantenimiento

Para poder emplear el mantenimiento en una empresa se debe saber de que manera debemos enfrentarlo, escogiendo estrategias que ayuden a cumplir el logro de las metas y objetivos de mantenimiento, El autor explica las estrategias de mantenimiento de la siguiente manera:

“El desarrollo de las actividades de mantenimiento, se encuentra en relación directa con las estrategias que hayan sido definidas y establecidas por los altos niveles directivos de la empresa, cada una de las cuales presenta ciertas desventajas. Entre las distintas formas de enfrentar el mantenimiento en las instalaciones industriales, se destacan las siguientes:

Operar hasta la falla

Consiste en dejar que el equipo continúe funcionando, hasta que se produzca la falla de un componente, o un conjunto de ellos, que inhabilite al equipo, para luego proceder a su sustitución.

Durante el tiempo de permanencia en servicio del equipo, el equipo es sometido a mantenimiento preventivo programado básico (limpieza, lubricación, ajustes, etc.)

Desventajas

- La carga de trabajo de mantenimiento resulta condicionada por una demanda no planificada de acciones.
- Los costos del tiempo de parada podrían ser extremadamente elevados.
- Altos costos de mantenimiento y baja disponibilidad, cuando se aplica a equipos vitales, cuyos repuestos son costosos y las actividades de reacondicionamiento son complejas.

Mantenimiento a plazo fijo

Programa de interrupciones en fechas preestablecidas, para realizar trabajos de mantenimiento en equipos importantes. Incluye reparación y/o sustitución de aquellas piezas a las cuales se les pueda estimar su tiempo de vida útil. Respecto

a la estrategia anterior resultaría menos costosa y los tiempos de parada más breves.

Desventajas

- Ineficiencia desde el punto de vista económico, por las dificultades que puede representar la valoración del momento en que se debe realizar la parada de los equipos para su mantenimiento, debido a las diferencias en la vida útil de los componentes
- Se sacrifica la vida útil de algunos componentes, para evitar múltiples paradas
- Se sustituyen componentes sobre la base del tiempo de duración promedio de las piezas, desperdiciando un tiempo de vida útil que puede resultar elevado.

Mantenimiento basado en la condición del equipo (mantenimiento predictivo)

Se somete a monitoreo la condición o estado del equipo, hasta detectar una señal que haga presumir la existencia de un deterioro incipiente, que podrá en algún momento provocar la falla del mismo. En ese momento se programa la parada para el mantenimiento correspondiente.

Desventajas

- Depende en gran parte (70% aproximadamente) de apreciaciones subjetivas del analista
- Para identificar los problemas, se requieren múltiples mediciones de múltiples parámetros
- Requiere instrumental variado y costoso
- Exige personal altamente calificado para analizar e interpretar las señales.”

Después de elegir alguna de las estrategias de mantenimiento descritas anteriormente el próximo paso consiste en administrar el mantenimiento de la manera más eficiente posible.

6.1.2.4. Administración del mantenimiento

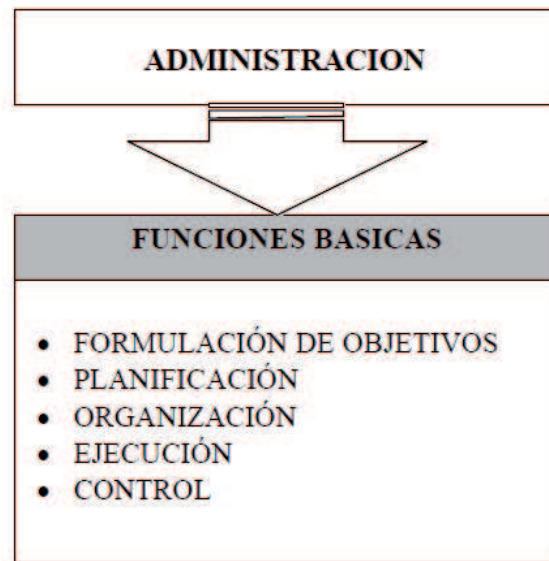
La administración del mantenimiento es una de las piezas fundamentales de su funcionamiento, por medio de esta se controlan factores vitales que permiten la sostenibilidad de la maquinaria y que además influye de manera directa en la utilidad de la compañía y su imagen en el mercado a través de la optimización de la producción, en el libro “Organización y planificación de sistemas de mantenimiento” de Luis Martínez R este opina:

“El mantenimiento integra un conjunto de actividades que son el reflejo práctico de las estrategias elegidas para conservar los equipos en las mejores condiciones de funcionamiento y lograr los mejores índices de desempeño en la gestión de mantenimiento.

La gestión eficiente del mantenimiento, como todo proceso que involucra el manejo de recursos, requiere que estos sean administrados adecuadamente, para lograr los objetivos que desea alcanzar la organización.

La administración es un proceso que incluye un conjunto de funciones básicas, cuyo cumplimiento, desde el momento en el cual se formalizan los objetivos, debe llevar hasta la consecución de las metas trazadas, por medio del

establecimiento de planes, de la organización de los recursos, la ejecución de tales planes y el control de las acciones cumplidas para lograr los objetivos previamente trazados.”



6.1.2.5. Etapas de la administración del mantenimiento

La administración del mantenimiento en una empresa cumple con unas las siguientes etapas preestablecidas, El autor opina lo siguiente:

“La administración del mantenimiento también obedece al cumplimiento de una serie de etapas que se corresponden con las funciones básicas de la administración en general.

Formulación de objetivos: es la declaración de los fines o resultados que se desean alcanzar por medio de las acciones de la organización de mantenimiento.

Los objetivos deben obedecer a las orientaciones que se desprenden de la política general, declarada por los máximos responsables de la empresa.

Planificación: es la descomposición del objetivo principal en objetivos parciales y metas, y la determinación de las actividades y tareas que se deben realizar para lograr los objetivos y metas planteados. Responde a las preguntas "qué hacer, cómo hacerlo, cuándo se inicia y cuándo termina".

Organización: es la fase de procura y distribución de recursos humanos, materiales, técnicos y financieros, de asignación de responsabilidades y fijación de tiempo, esfuerzo y costo, necesarios para cada una de las actividades y tareas planificadas. Responde a la pregunta "quiénes, con qué, y en cuánto tiempo".

Ejecución: se refiere a la realización práctica de las actividades planificadas y programadas.

Control: constituye la etapa de verificación periódica de los resultados alcanzados y su comparación contra las metas, objetivos parciales o generales

planteados en la planificación, mediante seguimiento a las actividades realizadas o en realización. Permite retroalimentar el proceso para modificar los planes o reformular las metas, en caso de detectarse desviaciones respecto a los objetivos originalmente formulados.”

El cumplimiento de las etapas aumenta los buenos resultados obtenidos por la administración de mantenimiento y de manera directa influye en el estado de la compañía.

6.1.2.6. Mejoramiento continuo

Los sistemas de mejoramiento se aplican en las empresas para conseguir progreso en aquellos procesos que por determinados factores así lo requieran, pero este progreso debe hacerse continuo y progresivo por la prosperidad de la compañía.

Los procesos de mejoramiento continuo se llevan a cabo a través del ciclo PHVA, este es definido en la página oficial de la enciclopedia libre de Wikipedia como:

“El ciclo PHVA es una herramienta de la mejora continua, presentada por Deming a partir del año 1950, la cual se basa en un ciclo de 4 pasos: Planificar (Plan), Hacer (Do), Verificar (Check) y Actuar (Act). Es común usar esta

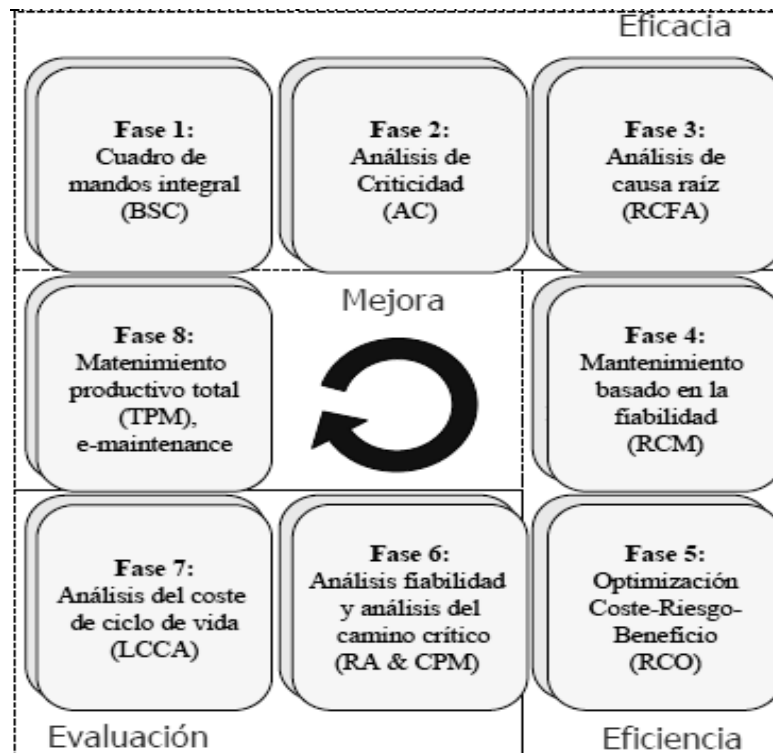
metodología en la implementación de un sistema de gestión de la calidad, de tal manera que al aplicarla en la política y objetivos de calidad así como la red de procesos la probabilidad de éxito sea mayor.

Los resultados de la implementación de este ciclo permiten a las empresas una mejora integral de la competitividad, de los productos y servicios, mejorando continuamente la calidad, reduciendo los costes, optimizando la productividad, reduciendo los precios, incrementando la participación del mercado y aumentando la rentabilidad de la empresa”

Para obtener resultado positivos de la utilización de esta herramienta, se requiere el cumplimiento de 6 fases establecidas. El autor Carlos Parra en su presentación “Introducción a la ingeniería de mantenimiento y confiabilidad” ilustra siguiente modelo desarrollado por la organización INGEMAN, para el mejoramiento continuo en la gestión de mantenimiento:



Para el desarrollo de cada una de estas fases, el autor también presenta un modelo propuesto de gestión de mantenimiento que también contiene 6 fases y en cada una de ellas una herramienta o método para facilitar el cumplimiento de las etapas del ciclo PHVA.



Basándose en la definición encontrada en Wikipedia y los diagramas expuestos en la presentación del autor Carlos Parra podemos decir que el ciclo PHVA es una herramienta efectiva cuando se quiere conseguir mejoras notables y constantes para la compañía, aplicando correctamente cada una de las fases y usando las herramientas propuestas para el desarrollo de estas.

6.1.2.7. Administración del mantenimiento preventivo

Según el autor Luis Martinez R “Una vez adoptada la estrategia de mantenimiento más conveniente, se deberá comenzar por establecer la planificación del mantenimiento preventivo, sea éste directo que indirecto.”

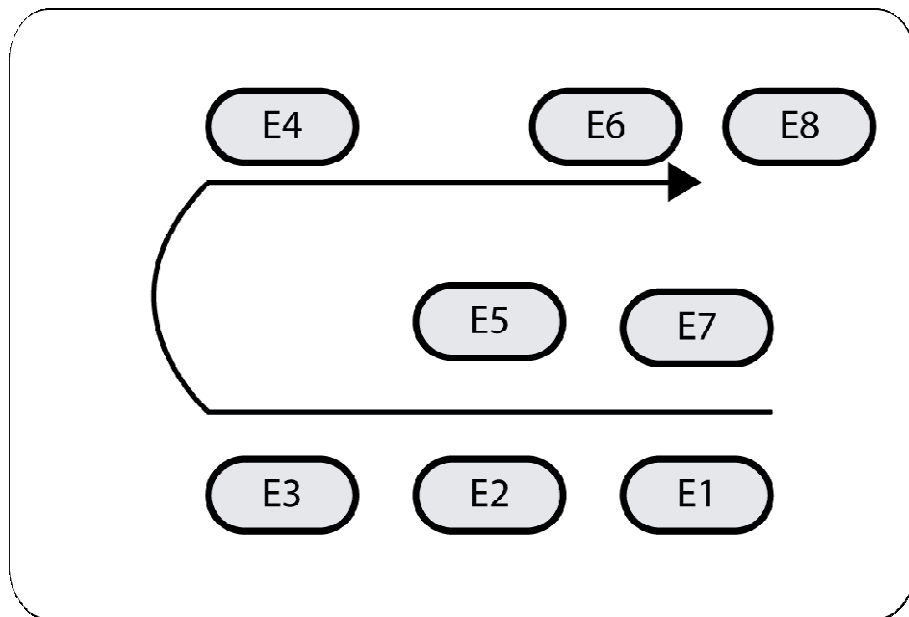
También sostiene que:

“En el mercado se ofrecen medios automatizados para la planificación y el control del mantenimiento, todos los sistemas, tanto manuales como automatizados, se basan en el manejo de información organizada bajo el siguiente esquema:

1. Un listado fundamental, que constituye el expediente general de todas las actividades, necesarias para realizar el mantenimiento preventivo en la planta
2. Un listado de rutinas, que representa la colección de esquemas de actividades rutinarias que no requieren planificación especial
- 3.- Las tarjetas de mantenimiento preventivo, donde se registran las actividades de mantenimiento preventivo que requieren planificación especial.
- 4.- Instrucciones y procedimientos, que describen la forma concreta en que se deben realizar las acciones de mantenimiento.

El primer paso se refiere al establecimiento de una ruta natural que fije la secuencia de atención a los equipos que serán sometidos al programa de mantenimiento preventivo.

Si el esquema de emplazamiento de las maquinas es como se indica en la figura a continuación, el recorrido o ruta podría ser según el orden numérico y en la dirección que señala la flecha.



El paso siguiente consiste en preparar un listado general de todas las actividades de mantenimiento preventivo, con la siguiente información:

- **Código equipo:** código de identificación del equipo que recibirá mantenimiento
- **Equipo o parte:** nombre del equipo o parte del mismo que será objeto de mantenimiento

- **Intervalo de tiempo:** periodo de tiempo entre cada acción, expresado en semanas. Para simplificar la planificación se usan intervalos que sean múltiplos uno de otros.
- **E/R:** se escribe "E" en caso de actividades que requieren planificación especial, o "R" en caso de actividades rutinarias.
- **Categoría:** categoría del personal que ejecutará las actividades de mantenimiento: M = mecánico, E = electricista, I = instrumentista.
- **Código procedimiento:** Código de identificación del procedimiento, o procedimientos, que se aplicarán para ejecutar el trabajo.
- **Actividad/medición:** breve descripción de las actividades de mantenimiento, con indicación de los puntos de chequeo, límites de tolerancia, temperaturas, etc.

El listado fundamental no es para uso diario en las operaciones. Sirve sólo como referencia acerca de las necesidades de mantenimiento preventivo de la planta y se conserva en un expediente individual.

Seguidamente, se confeccionan los esquemas de rutina, extrayendo del listado general, la información referente a cada actividad que se señala como "R", cuyo intervalo sea menor o igual 4 semanas.

Las actividades rutinarias que se realizan en el mismo intervalo de tiempo, independientemente del equipo atendido, se inscribirán en un solo esquema de rutina. Es decir, habrá un esquema para las que se ejecutan cada semana, otro para las que se realizan cada 2 semanas y así sucesivamente.

El esquema de rutina normalmente cuenta con la siguiente información:

- **Código equipo:** identificación del equipo Objeto del mantenimiento: nombre del equipo o parte del mismo que se someterá a mantenimiento preventivo.
- **Actividad de mantenimiento:** breve descripción de las medidas que se deben realizar en los puntos de chequeo, límites de tolerancia, temperaturas, etc.
- **Procedimiento n°:** código de identificación del procedimiento, o de los procedimientos que se utilizarán para realizar el trabajo correspondiente.

Todas las actividades rutinarias cuyo intervalo de realización sea igual o superior a 12 semanas y las que se hayan designado como actividad sujeta a planificación especial, señalada con "e" en el listado fundamental, se registrarán en las tarjetas de mantenimiento preventivo.

- **Intervalo:** el mismo que se señala en el listado fundamental.

- **Equipo n°:** código de identificación del equipo principal indicado en el listado principal.
- **Objeto del mantenimiento:** nombre o descripción y ubicación del conjunto o elemento que se someterá a mantenimiento.
- **Actividad de mantenimiento:** descripción breve de las actividades de mantenimiento a realizar.
- **Procedimiento n°:** código de identificación de las instrucciones o procedimientos que se deberán seguir para realizar las actividades señaladas.

En una sola tarjeta pueden agruparse varias actividades de mantenimiento preventivo de un mismo equipo, a condición de que esas actividades tengan previsto el mismo intervalo de ejecución.

El paso sucesivo consiste en preparar el listado de rutinas, realizando una distribución de los esquemas de rutina, previstos para ser ejecutados en intervalos de 1, 2 y 4 semanas.

El programa de distribución tiene como finalidad la de repartir proporcionalmente la carga de trabajo de cada semana, facilitando al personal de

operaciones la guía para la ejecución de los trabajos de mantenimiento preventivo rutinario.

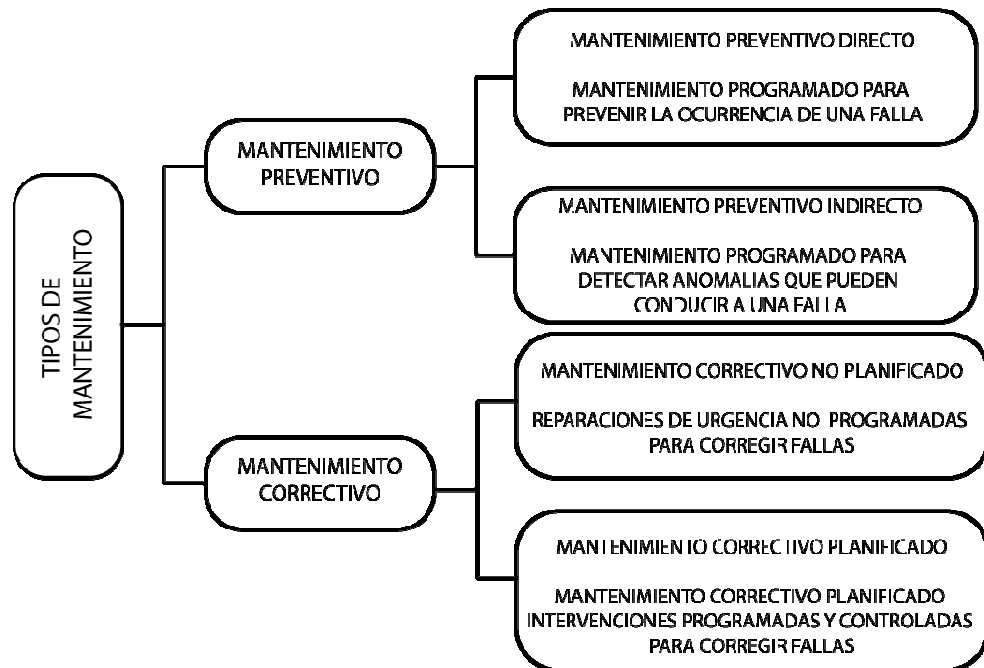
Para la ejecución de las actividades de mantenimiento preventivo rutinario, se utilizarán los procedimientos e instrucciones cuyo código de identificación aparece en los esquemas de rutina.

El listado, los esquemas de rutina y los procedimientos correspondientes constituyen el material de referencia para la ejecución sistemática de las labores cotidianas de mantenimiento preventivo rutinario.”

6.1.2.8. Tipos de mantenimiento

Además de conocer el concepto de mantenimiento es fundamental conocer que tipos de mantenimiento se pueden aplicar en una empresa y que casos corresponden a cada uno de ellos, El autor del libro “Organización y planificación de sistemas de mantenimiento” Luis Martínez R los divide de la siguiente manera:

“A continuación, se presenta gráficamente la clasificación de los diferentes tipos de mantenimiento, en función de los objetivos que cada uno persigue respecto a la falla.”



Según lo observado podemos deducir que existen dos grandes tipos de mantenimiento, mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo, los que a su vez se subdividen en diferentes sub clases y cada una de ellas obedece al tipo de mantenimiento que se programe, ya sea para prevenir una falla o para corregirla.

6.1.2.9. Confiabilidad Operacional

La confiabilidad operacional es un concepto ligado directamente con el mantenimiento ya que a través de este lo que se desea lograr es volver nuestras maquinas más optimas.

Para conocer el tema de manera profunda se debe saber, que entendemos por confiabilidad.

Según Carlos Mario Pérez Jaramillo en su artículo “Confiabilidad gestión o cálculos”:

“El concepto más conocido para definir confiabilidad es: “la probabilidad de que un equipo o sistema opere sin falla por un determinado período de tiempo, bajo unas condiciones de operación previamente establecidas.”

A través de este concepto se puede comprender fácilmente que un equipo se puede considerar confiable siempre y cuando este cumpla con el trabajo que uno le ha asignado durante el periodo de tiempo que uno predice se mantendrá en operaciones sin fallar.

Cabe aclarar que una falla no siempre significa paradas en el servicio, este autor plantea:

“Concepto utilizado algunas veces de manera equivocada, debido al uso particular que se da a la expresión “falla”; para muchos “falla” significa solo paradas y así construyen complejos modelos matemáticos para calcular la probabilidad de paradas, sin tener en cuenta que también hay falla cuando se es ineficiente, inseguro, costoso, con alto nivel de rechazos y con aportes a una mala imagen.”

El concepto de confiabilidad se vuelve muy particular para una empresa, ya que existen algunas en las que el funcionamiento y disponibilidad de un equipo puede afectar a otro si este depende del trabajo de algún proceso anterior, de una persona o cualquier otra variable, he ahí donde se introduce el concepto de confiabilidad operacional, el autor opina lo siguiente sobre este concepto:

“Algunos han acuñado el término confiabilidad operacional como “la capacidad de una instalación o sistema (integrado por procesos, tecnología y personas), para cumplir su función dentro de sus límites de diseño y bajo un contexto operacional específico”. El termino operacional no marca un límite muy claro con el concepto de confiabilidad y esto se circunscribe en algunas empresas a sólo medir índices y con eso ya es controlado “la confiabilidad.”

6.1.2.10. Concepto de Fallas

Como se había dicho anteriormente la confiabilidad de un equipo no se mantiene por si sola, el mantenimiento tiene una razón de ser y esta se ve representada por la fallas. El autor Luis Martínez R opina en su libro "Organización y planificación de sistemas de mantenimiento" lo siguiente:

"El mantenimiento existe porque los equipos fallan. Si los equipos no experimentaran fallas, no habría razón ni necesidad alguna de organizar ni de realizar labores de mantenimiento."

Para conocer más del tema se necesita saber que es una falla y cuál es su función en el mantenimiento, El autor describe el término falla de la siguiente manera:

"La falla es una alteración que impide al objeto de la falla cumplir la función para la cual fue creado. De esta definición se desprende que la falla puede ser propia del objeto (intrínseca), o puede ser inducida o provocada por algún elemento o factor de su entorno (extrínseca)."

6.1.2.11. Etapas de la confiabilidad

La teoría anteriormente descrita provee un amplio conocimiento sobre lo que significa la confiabilidad y la importancia de esta en una empresa, pero además de conocer su significado es importante saber a través de que indicador se mide y evalúa su efectividad, se había descrito anteriormente el concepto de fallas, del análisis de estas se calcula el nivel de confiabilidad.

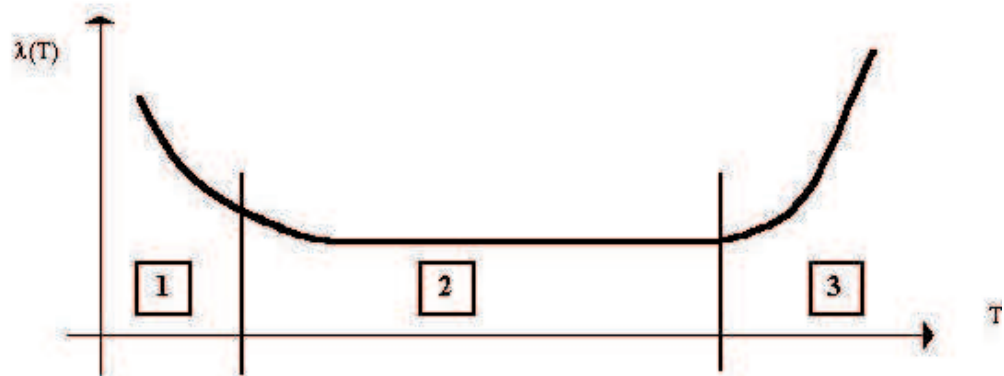
El autor Luis Martínez R detalla en su libro del libro “Organización y planificación de sistemas de mantenimiento” expresa lo siguiente:

“La confiabilidad de una máquina o de sus componentes elementales, se evalúa y analiza en base a un parámetro que la caracteriza: la rata de fallas (o tasa de fallas, o intensidad de fallas). Este parámetro representa el porcentaje de dispositivos que, respecto a un número inicial “n” de ellos, se encuentren operables (sobrevivientes) en un instante determinado t. Se puede interpretar como la probabilidad de fallar que el elemento tiene por unidad de tiempo. Por lo general, se expresa en fallas por unidad de tiempo inversa (1/horas).”

Siguiendo con la teoría de Luis Martínez R, este afirma:

“La rata de fallas evoluciona a lo largo de la duración de vida de un equipo, relacionándose directamente con la condición del mismo equipo, en función de su edad técnica. La curva conocida como "de la bañera" muestra el comportamiento de la rata de falla según la edad del equipo. Como se indica en el gráfico a continuación, se pueden distinguir tres etapas bien diferenciadas:

CURVA DE LABAÑERA



1. Periodo de juventud, durante el cual la tasa de falla disminuye (función decreciente) a medida que transcurre el tiempo. Es la etapa de ajuste o de rodaje del equipo, después de su puesta en marcha inicial.
2. Periodo de madurez, correspondiente a la etapa de funcionamiento óptimo, durante el cual la tasa de falla asume un valor casi constante y las fallas aparecen en forma aleatoria.
3. Periodo de obsolescencia, donde la degradación se acelera y las fallas se hacen más evidentes. La tendencia de la tasa de falla es creciente y se presentan a menudo desgaste mecánico, fatiga, abrasión y corrosión. En esta edad el material o se rechaza o se reconstruye.”

Estas fallas pueden clasificarse de diferentes maneras, el autor las subordina de la siguiente manera:

“Una falla puede clasificarse bajo diversas modalidades:

Según su forma de manifestarse puede ser:

- Parcial (alteración del funcionamiento).
- Completa (cese del funcionamiento o pérdida de función).

Por su forma de evolucionar puede ser:

- Cataléctica o catastrófica (repentina y completa).
- Por degradación (progresiva y parcial).

Por su frecuencia de ocurrencia puede ser:

- Aleatoria (ocurrencia al azar con rata de falla constante).

- Por desgaste (ocurrencia al azar con rata de falla creciente).

Por su naturaleza puede ser:

- Mecánica, eléctrica, electrónica, neumática, hidráulica, otras.

Por su forma de evidenciarse

- Revelable (falla detectable)
- Oculta (no revelable).”

6.1.2.12. Indicadores de Mantenimiento

Lo que no se mide no se controla, lo que no se controla no se mejora, para establecer un sistema de mantenimiento se hace necesario medir el cumplimiento de los objetivos definidos, para este fin se utilizan los indicadores de mantenimiento.

En el libro titulado “Organización y planificación de los sistemas de mantenimiento” el autor Luis Martínez R. define los indicadores de mantenimiento de la siguiente forma:

“En todo sistema de gestión, se requiere medir el grado de cumplimiento de los objetivos planificados para un periodo dado, así como detectar determinadas tendencias , con la finalidad de evaluar las metas logradas, o bien para introducir los correctivos necesarios, para contrarrestar las desviaciones detectadas, cuando así se requiera”

De lo anterior podemos decir que los indicadores de mantenimiento se utilizan para cuantificar los resultados obtenidos de la implementación de un determinado sistema, para hacer dicha cuantificación se necesita que los indicadores cumplan con ciertos requisitos, El autor Luis Martínez R. los menciona de manera más explícita en su libro “Organización y Planificación de los sistemas de mantenimiento” y dice lo siguiente:

“La necesidad de medir el cumplimiento de las metas y de consecución de los objetivos, introduce la exigencia de establecer indicadores de eficiencia. Las características de los indicadores más adecuados para estos fines, deberían tener mayor correspondencia con los siguientes aspectos fundamentales:

- Las características de la organización.
- El nivel de dirección que utilizara la información.
- La amplitud de la información según el nivel jerárquico al cual se destina.

- Afinidad con los factores que influyen con el objetivo que se desea medir.
- La posibilidad de determinar las tendencias de los aspectos evaluados.

Al tener en cuenta todos estos aspectos podemos garantizar de cierta forma la correspondencia de la información. El autor también agrega:

“La medición de los objetivos no se limita solamente a determinar y conocer los valores alcanzados por los indicadores del sistema, sino también a establecer cuáles son los factores que han incidido en el resultado medido por cada indicador. Es decir, si una empresa ha fijado la disponibilidad (tiempo fuera de servicio) por mantenimiento planificado anual en un determinado nivel (por ejemplo 9% de la capacidad de producción) y el valor medido al final del año resulta de 8,5 % es necesario establecer si ello se debió a incumplimiento del plan o una mayor eficiencia en el plan de mantenimiento.

Lo anterior sugiere que además de un indicador principal (disponibilidad por mantenimiento planificado), se debe contar con indicadores secundarios que permitan explicar las razones del incremento o reducción alcanzado por el indicador principal.”

Los indicadores de mantenimiento se vuelven una manera de medir el efecto del plan de mantenimiento aplicado de manera efectiva, contando con estos como base se puede analizar si se cumple con los objetivos y metas de mantenimiento y además en que se está fallando.

Los indicadores de mantenimiento descritos en la teoría del autor Luis Martínez R son los siguientes:

DEFINICIÓN	FORMULA DE CALCULO	OBJETIVOS	SIGNIFICADO
Indicador principal			
DISPONIBILIDAD TOTAL DE LA PLANTA	$DTP = \frac{TPEF}{TPEF + TPPR}$	Evaluar la proporción de tiempo en el cual la planta es utilizable para fines de producción.	La disponibilidad será mejor cuanto más se acerque al 100% el valor del indicador.
Indicadores secundarios			
INFLUENCIA DEL MANTENIMIENTO PLANIFICADO	$IMP = \frac{TTFSP}{DTP}$	Determinar como influye el tiempo total fuera de servicio por mantenimiento planificado sobre la disponibilidad total de la planta	Permite evaluar si el incremento o disminución de disponibilidad se debe realmente a disminución de los plazos reales de ejecución del mantenimiento planificado
INFLUENCIA DE LA INDISPONIBILIDAD POR AVERIA IMPUTABLE A MANTENIMIENTO	$IIAIM = \frac{TTFSIM}{DTP}$	Establecer en que medida pesa el tiempo que los equipos permanecieron fuera de servicio por causas imputables al área de mantenimiento durante el periodo evaluado	Permite evaluar la incidencia de la calidad de ejecución de los mantenimientos sobre el incremento de la disponibilidad
INFLUENCIA DE LAS INVERSIONES EN HERRAMIENTAS Y MEDIOS MECANIZADOS	$IIHMM = \frac{VTHMM}{DTP}$	Determinar la relación entre el valor total de las herramientas y medios mecanizados y la disponibilidad de planta	Permite evaluar la influencia de las inversiones en herramientas y medios mecanizados sobre la disponibilidad
INFLUENCIA DE LA FUERZA DE TRABAJO EMPLEADA	$IFTE = \frac{THHE}{DTP}$	Determinar la relación entre el total de horas hombre (fuerza propia) y la disponibilidad de planta	Permite evaluar la influencia del incremento de mano de obra o de intensificación del trabajo sobre la disponibilidad
COSTO GENERAL DE LA DISPONIBILIDAD	$CGTD = \frac{CTDME}{DTP}$	Determinar la relación entre el costo total directo de mano de obra, materiales y repuestos y la disponibilidad de planta	Permite evaluar globalmente, desde el punto de vista económico, el resultado del servicio de mantenimiento en el periodo considerado.

6.1.3. Formulación de hipótesis

Los procedimientos e instrumentos que serán seleccionados y utilizados para el plan de mantenimiento en Agrocosta Ltda. promoverán un sistema de mejoramiento continuo.

6.1.4. Operacionalización de variables

VARIABLE	TIPO DE VARIABLE	OPERACIONALIZACIÓN	CATEGORÍAS O DIMENSIONES	INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA
- Independiente Los procedimientos e instrumentos que serán seleccionados y utilizados para el plan de mantenimiento en Agrocosta Ltda.	Cualitativa	Conjunto de documentos y herramientas que describen de manera organizada como se debe llevar a cabo, como se debe registrar y actualizar el plan de mantenimiento.	•Teorías de mantenimiento. • Encuestas.	$EFCL.P.I = \frac{O.C.P.M.A}{T.O.P.M.A} * 100$	En porcentaje
			•Formatos de registro de mantenimiento preventivo. •Formatos de registro de mantenimiento correctivo. •Listado fundamental. • Listado de rutinas.	$EFCA.P.I = \frac{C.A.M.A.P}{C.F.A.P} * 100$	En porcentaje
			•Tarjetas de mantenimiento preventivo. •Procedimientos. •Instructivos.	$EFCT.P.I = \frac{EFCL.P.I - EFCA.P.I}{2}$	En porcentaje
- Dependiente Promoverán un sistema de mejoramiento continuo.	Cualitativa	Un sistema de mejora continua consiste en un conjunto de procesos y pasos que llevan a una mejora integral.	•Planes de mantenimiento anuales. •Actualización De procedimientos e instrumentos de mantenimiento. •Auditorías internas.	$C.P.I.A = \frac{P.I.A.A}{N.T.P.I} * 100$	En porcentaje

EFCL.P.I – Eficiencia de los procedimientos e instrumentos, O.C.P.M.A – # Numero de objetivos cumplidos del plan de mantenimiento anual, T.O.P.M.A –# Numero total de objetivos del plan de mantenimiento anual, EFCA.P.I Eficacia de los procedimientos e instrumentos, C.A.M.A.P Costos del area de mantenimiento año presente, C.E.A.P Costos esperados area de mantenimiento, EFCT.P.I=Efectividad de los procedimientos e instrumentos, C.P.I.A =Cantidad de procedimientos e instrumentos actualizados, P.I.A.A = # de procedimientos e instrumentos actualizados del año, N.T.P.I # total de procedimientos e instrumentos

7. DISEÑO METODOLÓGICO

7.1. Tipo de Estudio

El tipo de investigación a realizar es descriptiva porque a través de esta se describen los procedimientos de mantenimiento efectivos que se deben usar en una empresa para mejoramiento continuo del mantenimiento, además según el método será de carácter inductivo, el cual va de lo particular a lo universal.

7.2. Técnicas de recolección de información

7.2.1. Técnicas de recolección de información primaria

Se partió de la observación directa producto de la realidad.

7.2.2. Técnicas de recolección de información secundaria

Se consultaron libros como Organización Y Planificación De Sistemas De Mantenimiento de Luis Martínez R, el libro Maintenance Planning and Scheduling

Handbook de Richard Palmer, y además documentos electrónicos y artículos de mantenimiento mencionados en la bibliografía.

7.3. Instrumentos de recolección de información

7.3.1. Instrumentos de recolección de información primaria

Para recolectar la información de fuente primaria se utilizó como instrumento la encuesta.

7.3.2. Instrumentos de recolección de información secundaria

Los instrumentos de recolección utilizados para obtener la información secundaria fueron las Bibliotecas, Internet.

8. ACTIVIDADES ESPECÍFICAS

Para desarrollar el proyecto inicialmente desglosamos una lista de actividades que se describen a continuación paso por paso para dar una idea amplia de cada uno de los procesos culminados.

Durante el proceso de investigación se realizaron un cierto número de actividades que sirvieron como apoyo a la recolección de información y a el desarrollo del proyecto, en algunas ocasiones utilizando instrumentos diseñados según la necesidad de información para las visitas en campo, en otras se hicieron investigaciones apoyándonos en bibliografía y en el conocimiento sobre el proceso que tiene el personal del taller mecánico de Agrocosta Ltda.

Unas de las primeras actividades que se realizo y de las más importantes fue la consulta a fuentes bibliográficas tales como libros, manuales y sitios de internet sobre el marco teórico concerniente al proyecto, así como información específica sobre las características, mantenimiento, repuestos, componentes entre otros, de las maquinas que hacen parte del taller y de nuestro estudio, los manuales de algunas de estas nos fueron facilitados por el ingeniero encargado del taller de Agrocosta.

Luego de la recolección de información por los medio mencionados anteriormente, se diseño un formato de encuesta para obtener con más detalles características del proceso y de las maquinas basándonos en la experiencia del personal técnico y su conocimiento empírico sobre cada uno de los equipos asignados para el estudio. La información recolectada por esta actividad fue consolidada con el fin de conseguir datos que sirvieran de base como tiempos de lubricación, cambios de repuesto, ciclo de vida de los equipos, entre otros, los resultados obtenidos fueron analizados para posteriormente ser revisados con la ayuda de los ingenieros de Agrocosta y avalados por estos.

Con esta actividad se evidencio la necesidad de tener una estructura de mantenimiento y se volvieron más claros los métodos o herramientas que se debían diseñar para esta.

Se programaron reuniones de carácter informal para discutir los resultados obtenidos así como el análisis de lo observado, según las conclusiones de cada reunión se elaboro un formato o animación en flash que simula el funcionamiento de un programa compuesto por un numero de módulos que se definieron durante el transcurso, con el fin de recolectar información para el cálculo de los indicadores, control de los equipos y del proceso, y optimización del proceso. El programa está compuesto por los siguientes módulos o formatos:

- Listado de equipos: En este modulo se ilustra el inventario de equipos disponibles en el taller mecánico, específicamente las maquinas que se usaron

para el estudio identificando a cada una de estas con un código específico. A través de un hipervínculo que también se encuentra en este modulo se puede acceder a la hoja de vida de cada una de las maquinas donde está la información esencial de cada una de estas, desde la marca y modelo hasta información sobre los componentes y mantenimiento.

- Historial de fallas: el historial de fallas es el modulo que creamos para que se diligencie el registro de las actividades de mantenimiento que se le realice a las maquinas de manera individual, describiendo brevemente la falla, el tipo de falla, la fecha de ocurrencia y demás información de mucha relevancia para el proceso de mantenimiento.
- Ordenes de trabajo: el modulo de orden de trabajo tiene el fin de controlar y manejar los procesos de mantenimiento que se hagan en el taller. Se diligencia una orden de trabajo una vez se haya solicitado o presentado la necesidad de una actividad de mantenimiento, se autoriza por el responsable del proceso o del taller y se hace un seguimiento al cumplimiento de esta.
- Modulo de mantenimiento: es el espacio dispuesto especialmente para enunciar los mantenimientos preventivos y correctivos identificados hasta el momento, señalando a que equipo se le realiza y en que partes.

- Indicadores de mantenimiento: el modulo de indicadores de mantenimiento se hizo con el objetivo de que con información recolectada en una determinada cantidad de tiempo, se puedan calcular indicadores que nos permitan predecir posibles fechas de ocurrencia de fallas y poder actuar antes de estas. Cada una de las maquinas dispone de un formato especifico donde a través de datos recolectados se calcula información tal como el tiempo promedio operativo, tiempo medio entre fallas y tiempo medio de la reparación, se contempla la posibilidad de poder graficar de manera automática la tendencia de cada uno de estos datos a través de un tiempo determinado.

Cada uno de estos módulos se reunieron en una herramienta a la que denominamos MPS (*Maintenance planning software*) y los ejemplificamos de manera sencilla creando una herramienta de flash que ilustraría aproximadamente como irían organizados y a través de este se definiría o expondría la manera de utilizar cada formato.

Este software se puede considerar como la herramienta base para la creación de un plan de mantenimiento totalmente estructurado y controlado para el taller de Agrocosta Ltda, que puede ser mejorado o ajustado a las necesidades y cambios que se vayan originando y que la empresa desee implementar.

Para descripción más amplia del funcionamiento de esta herramienta su explicación de será descrita a continuación:

Al iniciar la herramienta el primer pantallazo que se puede observar es la simulación de entrada de un software con usuario y password los cuales deberían de ser ingresados para poder acceder al sistema.

MPS (Maintenance planning software)

Username:

Password:

Login



Después de colocar un login y usuario determinados como Administrador y 123456 respectivamente.

MPS (Maintenance planning software)

Username:

Password:

Login



Al dar clic en login después de ingresar la información suministrada el software simula el momento en el que carga los datos.



Cargando

Al momento de cargar los datos se despliega una lista de los seis módulos que maneja la herramienta y contienen los formatos a utilizar para el plan de mantenimiento.

MPS (Maintenance planning software)

Listado de equipos

Historial de fallas

Ordenes de trabajo

Modulo de Mantenimiento

Indicadores de mtto

Al ingresar al modulo de listado de equipos se puede divisar el listado de los equipos que hicieron parte de nuestro estudio en Agrocosta Ltda. Cada uno de los equipos en este formato trae su código de identificación, la descripción del tipo de equipo, la marca del mismo, el modelo, el manual (El cual tiene dos opciones las cuales son Agregar: En caso de que el manual no haya estado disponible y Acceder: En caso de que esté disponible en medio electrónico trae una ruta a través de la cual se puede acceder al documento en pdf) y la ficha de mantenimiento.

MPS (Maintenance planning software)

Listado de equipos

CÓDIGO	EQUIPO	MARCA	MODELO	MANUAL	FICHA DE MTTO
E1	TORNO	DMTG	CW62100C	Agregar..	Ficha E1
E2	TALADRO VERTICAL	RF	RF30	Agregar..	Ficha E2
E3	MAQUINA DE SOLDADURA	OMEGAWELD ER	8500	Agregar..	Ficha E3
E4	PRENSA	BERCO	PP100S	Acceder..	Ficha E4
E5	PRENSA	RODGERS	32TPA	Agregar..	Ficha E5
E6	LLAVE ELECTROMECHANICA	BERCO	CEM7000	Acceder..	Ficha E6
E7	LUBRICADORA MANUAL	BERCO	DCL-DCL/D	Acceder..	Ficha E7
E8	PRENSA	BERCO	PTR350	Acceder..	Ficha E8
E9	MAQUINA DE SOLDADURA	LINCOLN ELECTRICS	RX-520	Agregar..	Ficha E9
E10	MAQUINA DE SOLDADURA	LINCOLN ELECTRICS	CV400LN	Agregar..	Ficha E10

Agregar equipo

Sustituir equipo

Eliminar equipo

Volver

Agro-Costa
IMPORTADORES

Además de las opciones descritas hay tres opciones a las que tendrán disponibilidad solo algunas personas que hacen parte de la administración del plan de mantenimiento, estas son las siguientes:

- Agregar equipo: La cual dará la posibilidad de incluir un equipo nuevo a que se haya adquirido o se desee ingresar al plan.
- Sustituir equipo: A través de la cual se sustituiría un equipo que haya dejado de funcionar permanente o se haya vuelto obsoleto por uno que cumpla la misma función de trabajo en reemplazo de esta máquina que ya no hará parte del plan.
- Eliminar equipo: Esta opción se utilizaría en caso de que una maquina quede totalmente inutilizada y ya no sea necesaria para la cadena de trabajo del taller mecánico de Agrocosta.

Al ingresar a las fichas de mantenimiento el formato que se verá será el siguiente:

MPS (Maintenance planning software)

FICHAS DE MANTENIMIENTO	
NOMBRE:	TORNO
MARCA:	DMTG
MODELO:	CW62100C
CÓDIGO:	E1
Fecha de adquisicion :	No tiene
Manual:	No tiene
COMPONENTES DE LA MAQUINA	
Controlador de mandos.	
Mandril o copa.	
Centro o Punto.	
Perilla de velocidad.	
Controles de avance.	
MANTENIMIENTO:	
Fallas mas comunes y repuestos a cambiar a causa de estas:	
Piñonería de rosca y control de avance/ Piñón de fusible y poleas.	
Repuestos que cambian por fallas y vida util:	
Piñón de fusible 1-1 1/2 años.	
Poleas 6-7 años.	
Correas 3-5 años.	

Editar

Volver



Este formato incluye datos que aparecen en el listado de equipos y además describe los componentes básicos de la maquina que se consideran de importancia alta para el funcionamiento de la misma, las fallas más comunes que suceden en esta y los repuestos que normalmente se cambian debido a estas fallas o por vida útil en la maquina.

Se tienen disponibles las opciones de editar y volver, a través de la opción editar la persona encargada modificara este formato al terminar el año dependiendo de los lineamientos que se determinen en el plan de acción de mantenimiento anual que determine Agrocosta a través del cual se hace el análisis de los indicadores obtenidos y se determinan nuevos datos para esta ficha de mantenimiento, El botón volver devuelve al usuario a el listado de equipos donde podrá seleccionar volver nuevamente para aparecer en la página de los módulos de trabajo.

El segundo modulo descrito es el historial de fallas que muestra la siguiente información:

MPS (Maintenance planning software)

Historial de fallas

CÓDIGO	EQUIPO	MARCA	MODELO	HISTORIAL
E1	TORNO	DMTG	CW62100C	Acceder
E2	TALADRO VERTICAL	RF	RF30	Acceder
E3	MAQUINA DE SOLDADURA	OMEGAWELDER	8500	Acceder
E4	PRENSA	BERCO	PP100S	Acceder
E5	PRENSA	RODGERS	32TPA	Acceder
E6	LLAVE ELECTRO MECANICA	BERCO	CEM7000	Acceder
E7	LUBRICADORA MANUAL	BERCO	DCL-DCL/D	Acceder
E8	PRENSA	BERCO	PTR350	Acceder
E9	MAQUINA DE SOLDADURA	LINCOLN ELECTRICS	RX-520	Acceder
E10	MAQUINA DE SOLDADURA	LINCOLN ELECTRICS	CV400LN	Acceder

Volver



Al acceder a la pagina que muestra el formato del historial de fallas de una maquina se puede observar lo siguiente:


MPS (Maintenance planning software)

Historial de fallas

					CÓDIGO:	E1
NOMBRE:	TORNO	MARCA:	DMTG	MODELO:	CW62100C	
DESCRIPCIÓN DE LA FALLA	TIPO DE FALLA	FO *	FES *	ACCIÓN EFECTUADA	REPUESTOS UTILIZADOS	

* FO: Fecha de ocurrencia; FES: Fecha entrada de servicio

Volver



En la forma de historial de fallas se recolecta la información básica de la maquina (Nombre, Marca, Modelo y código), este historial guarda un record de todas las fallas que se han reportado de cada orden de trabajo (modulo que veremos después) se integra de las ordenes de trabajo la información que se describe en este formato como lo es la descripción de la falla, el tipo de falla, la FO: Fecha de ocurrencia, que describe el día y la hora en la que la maquina falla o deja de prestar servicio, y la FES: Fecha de entrada de servicio, que detalla la fecha en que la maquina es totalmente reparada y esta lista para ser utilizada nuevamente (Si en el tiempo intermedio se presentan esperas para poder llevar a cabo las reparaciones como lo pueden ser materiales faltantes o trabajos externos que se tiene que realizar este tiempo también se incluye ya que la gestión de

mantenimiento tiene que tener en cuenta el riesgo de falla de cada pieza de las maquinas).

Se incluyen también en este formato las actividades ejecutadas y los repuestos utilizados en la tarea para tener un listado de posibles materiales necesarios para un inventario del cual saldrán materiales que sea primordial tener disponibles en caso de fallas para disminuir el riesgo que podría representar en los costos no tener ese repuesto disponible.

Luego de estudiar el modulo de historial de fallas de la herramienta pasamos al tercer modulo que es el de las ordenes de trabajo, el cual está relacionado directamente con el historial de fallas ya que en este ultimo modulo se registran la fallas tratadas con las ordenes de trabajo, el pantallazo de este modulo es el siguiente:

MPS (Maintenance planning software)

Ordenes de trabajo

Nº Orden	Fecha.	Maquina.	Estado de la orden.

Crear nueva orden

Volver




Numero de orden, fecha, maquina y estado de la orden son los datos base del modulo de ordenes de trabajo que se realizaran para llevar un control de las operaciones de reparación que se están llevando a cabo, cada una tiene un estado que determina si la orden es nueva y espera por la autorización del encargado, si está en proceso o ya fue finalizada y registrada al historial de fallas.


El formato a diligenciar al momento de crear una orden de trabajo nueva es el siguiente:

MPS (Maintenance planning software)

Formato Orden de Trabajo

Orden de trabajo No: _____ Responsable: _____ Fecha: _____	 <small>IMPORTADORES</small>			
Recursos: <table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"></table>				
Repuestos: <table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"></table>				
Equipos: <table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"></table>				
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 60%;"></td> <td style="width: 20%; text-align: center;">DURACIÓN</td> <td style="width: 20%; text-align: center;">OBSERVACIONES</td> </tr> </table>			DURACIÓN	OBSERVACIONES
	DURACIÓN	OBSERVACIONES		

Guardar orden
Volver


IMPORTADORES

En el formato de la orden de trabajo se describen los recursos y repuestos utilizados inicialmente para el proceso en los recursos nos referimos a recursos humanos o tipo de operario que laboro en el trabajo Soldador, Electricista, Mecánico, y cuantos elaboraron el trabajo. También se incluye la lista de repuestos y los equipos utilizados en el proceso.

MPS (Maintenance planning software)

Formato Orden de Trabajo

ITEM	DESCRIPCIÓN DE LA TAREA	DURACIÓN ESTIMADA	DURACIÓN REAL	OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				

Guardar orden

Volver



En el mismo formato al desplazar abajo la barra lateral derecha se puede apreciar que el formato también incluye el conjunto de las tareas elaboradas con su duración estimada y duración real, incluyendo observaciones y sugerencia de cada proceso.

MPS (Maintenance planning software)

Formato Orden de Trabajo

8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				

COORDINADOR: _____

Guardar orden

Volver



Y por último la firma del coordinador que aprobó la orden de trabajo.

A partir de los módulos anteriores y el análisis que se debe de promover de estos datos anualmente se determinan todos los procedimientos preventivos y correctivos que se deben hacer a la máquina de manera planificada y estos están n el modulo de mantenimiento que se muestra a continuación.

MPS (Maintenance planning software)

Modulo de Mantenimiento

CODIGO O EQUIPO	EQUIPO O PARTE	INTERVALO DE TIEMPO	E/R	CODIGO PROCED.	ACTIVIDAD/ MEDICION	ROUTINA O TABLITA	INSUMOS UTILIZADOS
E1	MOTOR DEL TORNO BRUTO		E		LUBRICACION		Acorte 6152
E1	EXTENSION DEL TORNO		R		LUBRICACION		Acorte 6140
E1	CONTROLES DE MANDO		E		REVISION GENERAL		
E1	PISTON DE FUSIBLE		E		CAMBIO DE PIEZA		
E1	POLIZAS		E		CAMBIO DE PIEZA		
E1	CONTRAS		E		CAMBIO DE PIEZA		
E2	CORREAS		E		CAMBIO DE PIEZA		
E2	MAQUIN		E		REVISION GENERAL		
E2	BIELA		E		REVISION GENERAL		
E2	PIEZA QUE SUBE Y BAJA		E		REVISION GENERAL		
E2	BIELA		R		LUBRICACION		*Aceite
E2	PIEZA QUE SUBE Y BAJA		R		LUBRICACION		
E2	DOMA BAJA EL CARCEL		R		LUBRICACION		*Cero (se conoce manual)
E3	MANEJERA DE ALAMBRE		E		REVISION ESTADO		
E3	ENGAÑADO DEL BISO		E		LUBRICACION		Grasa para flu movimiento
E3	CILINDROS		E		LUBRICACION		Acorte Flowline 100.
E3	EJES		E		LUBRICACION		
E4	PIEZA DEL GATO PARA DESARME				CAMBIO DE PIEZA		
E4	LA BOMBA				REVISION GENERAL		
E4	GATO				REVISION GENERAL		
E4	LA BOMBA				LUBRICACION		No se usa producto
E5	PIEZAS DE DESARME		E		CAMBIO DE PIEZA		
E5	PIEZAS DE ARMADO		E		CAMBIO DE PIEZA		
E5	RODILLO		E		CAMBIO DE PIEZA		
E5	PIEZAS DE SOPORTE DE LA ESCALERA		E		CAMBIO DE PIEZA		
E5	ENRIZO		E		REVISION GENERAL		
E5	MANUALITA		E		REVISION GENERAL		
E5	GATOS		E		REVISION GENERAL		
E5	BIEL DE ACEITE		E		REVISION GENERAL		
E5	PALENCAS		E		REVISION GENERAL		
E5	BIEL DE PRESION		E		REVISION GENERAL		
E5	RODILLO		E		REVISION GENERAL		
E5	PIEZAS DE SOPORTE ESCALERA		E		REVISION GENERAL		

Volver

Editar



Como se había mencionado anteriormente, El autor Luis Martínez R en su libro “Organización y planificación de sistemas de mantenimiento” explica se debe realizar un listado general de todas las actividades de mantenimiento que contenga:

“

- **Código equipo:** código de identificación del equipo que recibirá mantenimiento
- **Equipo o parte:** nombre del equipo o parte del mismo que será objeto de mantenimiento.
- **Intervalo de tiempo:** periodo de tiempo entre cada acción, expresado en semanas. Para simplificar la planificación se usan intervalos que sean múltiplos uno de otros.
- **E/R:** se escribe "E" en caso de actividades que requieren planificación especial, o "R" en caso de actividades rutinarias.
- **Categoría:** categoría del personal que ejecutará las actividades de mantenimiento: M = mecánico, E = electricista, I = instrumentista.
- **Código procedimiento:** Código de identificación del procedimiento, o procedimientos, que se aplicarán para ejecutar el trabajo.
- **Actividad/medición:** breve descripción de las actividades de mantenimiento, con indicación de los puntos de chequeo, límites de tolerancia, temperaturas, etc.”

La lista de mantenimientos recolectada de las encuestas e información es la siguiente:

CODIGO O EQUIPO	EQUIPO O PARTE	INTERVALO DE TIEMPO	E/R	CODIGO PROCED.	ACTIVIDAD/ MEDICION	RUTINA O TARJETA	INSUMOS UTILIZADOS
E1	MOTOR DEL TORNO DMTG		E		LUBRICACIÓN		Aceite 4162
E1	EXTERIOR DEL TORNO		R		LUBRICACIÓN		Aceite 6140
E1	CONTROLES DE MANDO		E		REVISIÓN GENERAL		
E1	PIÑÓN DE FUSIBLE		E		CAMBIO DE PIEZA		
E1	POLEAS		E		CAMBIO DE PIEZA		
E1	CORREAS		E		CAMBIO DE PIEZA		
E2	CORREAS		E		CAMBIO DE PIEZA		
E2	MANDRIL		E		REVISIÓN GENERAL		
E2	MESA		E		REVISIÓN GENERAL		
E2	PIEZA QUE SUBE Y BAJA		E		REVISIÓN GENERAL		
E2	MESA		R		LUBRICACIÓN		*Aceite
E2	PIEZA QUE SUBE Y BAJA		R		LUBRICACIÓN		
E2	DONDE BAJA EL CABEZAL		R		LUBRICACIÓN		*Grasa (no conoce marca).
E3	MANGUERA DE ALAMBRE		E		REVISIÓN ESTADO		
E3	OMEGAWELDER 8500		E		LIMPIEZA GENERAL		
E3	CHUMACERAS		E		LUBRICACIÓN		Grasa amarilla molibdenita
E3	CADENAS		E		LUBRICACIÓN		Aceite Newton 100.
E4	PIEZA DEL GATO PARA DESARME				CAMBIO DE PIEZA		
E4	LA BOMBA				REVISIÓN GENERAL		
E4	GATO				REVISIÓN GENERAL		
E4	LA BOMBA				LUBRICACIÓN		No conoce producto
E5	PIEZAS DE DESARME		E		CAMBIO DE PIEZA		
E5	PIEZAS DE ARMADO		E		CAMBIO DE PIEZA		
E5	RODILLO		E		CAMBIO DE PIEZA		
E5	PATAS DE SOPORTE DE LA ESCALERA		E		CAMBIO DE PIEZA		
E5	EMBOLO		E		REVISIÓN GENERAL		
E5	MANGUERA		E		REVISIÓN GENERAL		
E5	GATOS		E		REVISIÓN GENERAL		
E5	NIVEL DE ACEITE		E		REVISIÓN GENERAL		
E5	PALANCAS		E		REVISIÓN GENERAL		
E5	RELOJ DE PRESIÓN		E		REVISIÓN GENERAL		
E5	RODILLOS		E		REVISIÓN GENERAL		
E5	PATAS DE SOPORTE ESCALERA		E		REVISIÓN GENERAL		
E5	CADENA DE RODAMIENTO.		E		REVISIÓN GENERAL		
E5	CADENA		E		LUBRICACIÓN		Aceite hidráulico
E6	REDUCTOR		E		CAMBIO DE PIEZA		
E6	DADO		E		CAMBIO DE PIEZA		
E6	TALADRO		R		REVISIÓN GENERAL		
E6	TALADRO		E		LUBRICACIÓN		Grasa Multifack
E6	INTERIOR DE LA MAQUINA		E		LUBRICACIÓN		Aceite meropa 320/5 galones.
E7	SELLOS		E		CAMBIO DE PIEZA		
E7	FILTROS		R		REVISIÓN GENERAL		
E7	PISTOLA DE INYECCIÓN		R		REVISIÓN GENERAL		
E7	BOMBA DE VACÍO		R		REVISIÓN GENERAL		
E7	BOMBA DE LLENADO		R		REVISIÓN GENERAL		
E8	MASA DE LA PRENSA		R		LUBRICACIÓN		MULTIGEAR LUBRICANTE SAE 85W140.
E8	ACEITE		R		REVISIÓN NIVEL DE ACEITE		
E8	BOMBA		R		REVISIÓN DE LA PRESIÓN		
E8	BOMBA		R		LUBRICACIÓN		RANDO HD32 TEXACO.
E9	NIVEL DE CERRADURA		R		LUBRICACIÓN		GRASA
E9	BOQUILLAS		E		CAMBIO DE PIEZA		
E9	MANÓMETROS		E		REVISIÓN GENERAL		
E9	REGULADORES DE CORTE		E		REVISIÓN GENERAL		
E10	CABLE DE MASA		E		CAMBIO DE PIEZA		
E10	VENTILADOR		E		CAMBIO DE PIEZA		
E10	PORTE EXTERIOR (CAPARAZÓN)		E		CAMBIO DE PIEZA		
E10	SISTEMA DE CONTROL.		R		REVISIÓN GENERAL		
E10	CABLE PORTA ELECTRODOS.		R		REVISIÓN GENERAL		
E10	SISTEMA DE ENFRIAMIENTO.		R		REVISIÓN GENERAL		
E10	CABLE DE MASA.		R		REVISIÓN GENERAL		
E10	POTENCIANDO DE CARGA.		R		REVISIÓN GENERAL		
E10	POTENCIANDO DE DESPLAZAMIENTO DE SOLDADURA.		R		REVISIÓN GENERAL		

Luego de estos cuatro módulos estudiamos el modulo definitivo en el que la herramienta reúne información del historial de fallas y las ordenes de trabajo para analizar y medir la variación del comportamiento de las maquinas de manera que se pueda conocer que mantenimientos pueden evitar fallas que se presentaron con

frecuencia y no se esperaban, este es el modulo de indicadores de mantenimiento, que se muestra a continuación:

MPS (Maintenance planning software)

Indicadores de mantenimiento

CÓDIGO	EQUIPO	MARCA	MODELO	Nº. TOTAL DE FALLAS *	Nº. DE REPARACIONES CORRECTIVAS *	TIEMPO TOTAL DE OPERACIÓN*	AÑO	DETALLES POR MES
E1	TORNO	DMTG	CW62100C					Acceder
E2	TALADRO VERTICAL	RF	RF30					Acceder
E3	MAQUINA DE SOLDADURA	OMEGAWELDER	8500					Acceder
E4	PRENSA	BERCO	PP180S					Acceder
E5	PRENSA	RODGERS	327PA					Acceder
E6	Llave ELECTROMECHANICA	BERCO	CEM7000					Acceder
E7	LUBRICADORA MANUAL	BERCO	DCL-DCL/D					Acceder
E8	PRENSA	BERCO	PT8350					Acceder
E9	MAQUINA DE SOLDADURA	LINCOLN ELECTRICS	RX-520					Acceder
E10	MAQUINA DE SOLDADURA	LINCOLN ELECTRICS	CV400LN					Acceder

* Los datos señalados tienen en cuenta el acumulativo del año especificado hasta el mes actual del mismo

[Volver](#)



En este modulo se tienen en cuenta como información primordial el número total de fallas por maquina en el año y el tiempo total de operación, al acceder a los detalles por mes de la maquina se obtiene la siguiente información:

Indicadores de mantenimiento

[illegible]

Volver

HISTORIAL AÑOS ANTERIORES

TENDENCIAS GRÁFICAS



Entre los indicadores esta el MTTR que es el tiempo promedio que tarda en repararse una maquina, el MTTF que el tiempo promedio entre fallas, y el TPO que es el tiempo promedio operativo, estos se miden con la siguiente información: Tiempo fuera de servicio, Tiempo entre fallas, Tiempo promedio operativo en horas de la maquina medido en el historial.

En esta página inicial se ven los datos que se recolectan durante el año, al pasar el año estos datos se irán guardando en una parte de la herramienta que se denominará

Historial de años anteriores, que está disponible como botón mas no como función, y las tendencias graficas de los indicadores.



Esta herramienta de flash fue entregada al departamento de recursos educativos de la C.U.C donde se puede visualizar y utilizar para estudios futuros sobre el tema de diseño de planes de mantenimiento y su organización.

CONCLUSIONES

Por todo lo anterior se concluye lo siguiente:

A través de cada una de las actividades realizadas en la empresa Agrocosta Ltda. se pudo recolectar de manera empírica información que se necesitaba para conocer cada una de las necesidades iniciales que Agrocosta Ltda. tenía que satisfacer para poder diseñar un plan de mantenimiento que estuviera acorde con lo que se buscaba como lo era conocer el funcionamiento de cada una de las máquinas, el cual se expresa a través de las hojas de vida de máquina, la pautas de mantenimiento, que se tabularon de las encuestas ejecutadas al personal del taller mecánico, de aquí nacen los formatos que llevaran registro de cada una de las fallas y procedimientos de mantenimiento, y al unir el diseño completo de cada uno de los formatos y para ejemplificar de manera sencilla y ágil la herramienta de flash cuenta como el último punto de culminación que nos ayuda a cumplir con cada uno de los objetivos propuestos para este plan de mantenimiento que en caso de ser implementado en algún futuro, lograra aumentar el nivel de competitividad de la empresa Agrocosta Ltda. y ayudara al desarrollo de un mejoramiento continuo que se busca en todos los sentidos estudiados anteriormente como lo eran costos, seguridad, entre otros.

Esta herramienta que diseñamos apunta en gran parte a este objetivo de mejoramiento porque cuenta con formatos o módulos como denominamos anteriormente que ayudan

a la recolección de la información necesaria para conocer el comportamiento de los equipos, después de un cierto tiempo de análisis implementando mantenimiento preventivo programados según la información y datos recolectados, Agrocosta puede aumentar la disponibilidad de sus maquinas y por consiguiente mejorar sus tiempos de entrega a los clientes.

Como se había dicho antes, el crecimiento del mercado los obliga a buscar las herramientas que optimicen sus procesos, en especial un proceso con un valor agregado tan grande como el de mantenimiento de equipos, la mejora no solo se verá reflejada en cuanto a la disponibilidad de las maquinas, cabe resaltar que la imagen de la compañía ante sus clientes es tan importante como la disminución de los costos que se derivan de los mantenimientos correctivos.

Si la compañía así lo desea puede utilizar esta investigación como una base para realizar mejoras en el proceso que a consideración nuestra juega uno de los papeles más importantes en la razón de ser de Agrocosta LTDA.

BIBLIOGRAFÍA

- PALMER, Richard. Maintenance Planning and Scheduling Handbook. Mc.Graw-Hill.
- MARTINEZ R, Luis. Organización y planificación de sistemas de mantenimiento. Caracas, 2007.
- CALISAYA MARÓN, Walter René. Historia del mantenimiento. En: Curso ingeniería de mantenimiento hospitalario. [en línea]. Disponible en <http://www.mailxmail.com/curso-ingenieria-mantenimiento-hospitalario/historia-mantenimiento>.
- PARRA, Carlos. Introducción a la ingeniería de mantenimiento y confiabilidad. Sevilla, 2007.
- PÉREZ JARAMILLO, Carlos Mario. Confiabilidad gestión o cálculos.2007.
- Wikipedia, Ciclo PHVA. En: Página oficial de la enciclopedia libre de Wikipedia. [en línea]. <http://www.wikipedia.com/ciclo-phva>



NORMAS PARA LA ENTREGA DE TESIS Y
TRABAJOS DE GRADO A LA UNIDAD DE
INFORMACION

VERSION: 01

FECHA: Febrero 2011

CODIGO: DOC-VACRE-NETGUDI

ANEXO 1

CARTA DE ENTREGA Y AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA LA
CONSULTA, LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN
ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO.

Barranquilla, Fecha 29 de Agosto 2011

Marque con una X

Tesis ☐ Trabajo de Grado ☒

Yo Carlos Roberto Nievas Donado, identificado con
C.C. No. 1.140.818.589, actuando en nombre propio y como autor de la tesis y/o
trabajo de grado titulado Selección y utilización de procedimientos efectivos
para el diseño de un plan de mantenimiento en la empresa Agrosaltda presentado y
aprobado en el año 2011 como requisito para optar al título de
Ingeniero Industrial

hago entrega del ejemplar respectivo y de sus anexos de ser el caso, en formato digital o
electrónico (DVD) y autorizo a la CORPORACIÓN UNIVERSITARIA DE LA COSTA, para
que en los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina
351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia, utilice y
use en todas sus formas, los derechos patrimoniales de reproducción, comunicación
pública, transformación y distribución (alquiler, préstamo público e importación) que me
corresponden como creador de la obra objeto del presente documento.

Y autorizo a la Unidad de información, para que con fines académicos, muestre al mundo
la producción intelectual de la Corporación Universitaria de la Costa, a través de la
visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en la página Web de
la Facultad, de la Unidad de información, en el repositorio institucional y en las redes de
información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la institución y Permita
la consulta, la reproducción, a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo,
para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato DVD o digital
desde Internet, Intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer.

EL AUTOR - ESTUDIANTES, manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es
original y la realizó sin violar o usurpar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra
es de su exclusiva autoría y detenta la titularidad ante la misma. PARÁGRAFO: En caso
de presentarse cualquier reclamación o acción por parte de un tercero en cuanto a los
derechos de autor sobre la obra en cuestión, EL ESTUDIANTE - AUTOR, asumirá toda la
responsabilidad, y saldrá en defensa de los derechos aquí autorizados; para todos los
efectos, la Universidad actúa como un tercero de buena fe.

Para constancia se firma el presente documento en dos (02) ejemplares del mismo valor
y tenor, en Barranquilla D.E.I.P., a los 29 días del mes de Agosto de Dos Mil
once 20011

EL AUTOR - ESTUDIANTE.

Carlos Nievas

FIRMA



ANEXO 1

CARTA DE ENTREGA Y AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA LA
CONSULTA, LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN
ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO.

Barranquilla, Fecha, Agosto 29/2011 Marque con una X
Tesis ☐ Trabajo de Grado ☒

Yo Sandra Milena Araujo Rama, identificado con
C.C. No. 1042430966, actuando en nombre propio y como autor de la tesis y/o
trabajo de grado titulado Selección y utilización de procedimientos
efectivos para el diseño de plan de malla en Agronomía presentado y
aprobado en el año 2011 como requisito para optar al título de
Ingeniera Industrial;

hago entrega del ejemplar respectivo y de sus anexos de ser el caso, en formato digital o
electrónico (DVD) y autorizo a la CORPORACIÓN UNIVERSITARIA DE LA COSTA, para
que en los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina
351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia, utilice y
use en todas sus formas, los derechos patrimoniales de reproducción, comunicación
pública, transformación y distribución (alquiler, préstamo público e importación) que me
corresponden como creador de la obra objeto del presente documento.

Y autorizo a la Unidad de información, para que con fines académicos, muestre al mundo
la producción intelectual de la Corporación Universitaria de la Costa, a través de la
visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en la página Web de
la Facultad, de la Unidad de información, en el repositorio institucional y en las redes de
información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la institución y Permita
la consulta, la reproducción, a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo,
para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato DVD o digital
desde Internet, Intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer.

EL AUTOR - ESTUDIANTES, manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es
original y la realizó sin violar o usurpar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra
es de su exclusiva autoría y detenta la titularidad ante la misma. PARÁGRAFO: En caso
de presentarse cualquier reclamación o acción por parte de un tercero en cuanto a los
derechos de autor sobre la obra en cuestión, EL ESTUDIANTE - AUTOR, asumirá toda la
responsabilidad, y saldrá en defensa de los derechos aquí autorizados; para todos los
efectos, la Universidad actúa como un tercero de buena fe.

Para constancia se firma el presente documento en dos (02) ejemplares del mismo valor
y tenor, en Barranquilla D.E.I.P., a los 29 días del mes de Agosto de Dos Mil
Once 2001.

EL AUTOR - ESTUDIANTE.

Sandra Araujo R.
FIRMA



**NORMAS PARA LA ENTREGA DE TESIS Y
TRABAJOS DE GRADO A LA UNIDAD DE
INFORMACION**

VERSION: 01

FECHA: Febrero 2011

CODIGO: DOC-VACRE-NETGUDI

CIUDAD: Barranquilla AÑO DE PRESENTACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO: 2011

NÚMERO DE PÁGINAS 82

TIPO DE ILUSTRACIONES:

- ☒ Ilustraciones
☐ Láminas
☐ Retratos
☒ Tablas, gráficos y diagramas

- ☐ Planos
☐ Mapas
☐ Fotografías

MATERIAL ANEXO (Video, audio, multimedia o producción electrónica):

Duración del audiovisual: _____ minutos.

Número de casetes de video: _____ Formato: VHS _____ Beta Max $\frac{3}{4}$ _____ Beta Cam _____

Mini DV _____ DV Cam _____ DVC Pro _____ Video 8 _____ Hi 8 _____

Otro. Cuál? _____

Sistema: Americano NTSC _____ Europeo PAL _____ SECAM _____

Número de casetes de audio: _____

Número de archivos dentro del DVD (En caso de incluirse un DVD diferente al trabajo de grado): _____

PREMIO O DISTINCIÓN (En caso de ser LAUREADAS o tener una mención especial): _____

DESCRIPTORES O PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS: Son los términos que definen los temas que identifican el contenido. (En caso de duda para designar estos descriptores, se recomienda consultar con la Unidad de Procesos Técnicos de la Unidad de información en el correo biblioteca@cuc.edu.co, donde se les orientará).

ESPAÑOL

INGLÉS

<u>Diseño</u>	<u>Design</u>
<u>Mantenimiento</u>	<u>Maintenance</u>
<u>Planificación</u>	<u>Planning</u>

RESUMEN DEL CONTENIDO EN ESPAÑOL E INGLÉS: (Máximo 250 palabras-1530 caracteres):



Corporación Universitaria de la Costa
CESIÓN DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO
A FAVOR DE LA
CORPORACIÓN UNIVERSITARIA DE LA COSTA

Yo, Carlos Roberto Nieves Donado, manifiesto en este documento mi voluntad de ceder a la Corporación Universitaria de la Costa los derechos patrimoniales, consagrados en el artículo 72 de la Ley 23 de 1982, del trabajo final de grado denominado Selección y utilización de procedimientos efectivos para el diseño de un plan de mantenimiento durante el primer semestre del año 2011 que promueva un sistema de mejoramiento continuo en la empresa Agrocaltida producto de mi actividad académica para optar el título de Ingeniero Industrial en la Corporación Universitaria de la Costa, entidad académica sin ánimo de lucro, queda por lo tanto facultada para ejercer plenamente los derechos anteriormente cedidos en su actividad ordinaria de investigación, docencia y publicación. La cesión otorgada se ajusta a lo que establece la Ley 23 de 1982. Con todo, en mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada con arreglo al artículo 30 de la Ley 23 de 1982. En concordancia suscribo este documento en el momento mismo que hago entrega del trabajo final a la Biblioteca Central de la Corporación Universitaria de la Costa, CUC.

<u>Carlos Roberto Nieves Donado</u>	<u>1140818584</u>	<u>Carlos Nieves</u>
NOMBRE	CÉDULA	FIRMA


Barranquilla, D.E.I.P., a los veintinueve 29 días del mes de Agosto de 200 11.

"Los derechos de autor recaen sobre las obras científicas, literarias y artísticas en las cuales se comprenden las creaciones del espíritu en el campo científico, literario y artístico, cualquiera que sea el modo o forma de expresión y cualquiera que sea su destinación, tales como: los libros, folletos y otros escritos; las conferencias, alocuciones, sermones y otras obras de la misma naturaleza; las obras dramáticas o dramático-musicales; las obras coreográficas y las pantonimias; las composiciones musicales con letra o sin ella; las obras cinematográficas a las cuáles se asimilan las obras expresadas por procedimiento análogo a la cinematografía, inclusive los video gramas, las obras de dibujo, pintura, arquitectura, escultura, grabado, litografía; las obras fotográficas a las cuales se asimilan las expresas por procedimiento análogo o la fotografía; las obras de artes plásticas; las ilustraciones, mapas, planos, croquis y obras plásticas relativas a la geografía, a la topografía, a la arquitectura o a las ciencias, en fin, toda producción del dominio científico, literario o artístico que puedan producirse o definirse por cualquier forma de impresión o de reproducción, por fonografía o radiotelefonía o cualquier otro medio conocido o por conocer". (Artículo 2 de la Ley 23 de 1982).



Corporación Universitaria de la Costa
CESIÓN DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO
A FAVOR DE LA
CORPORACIÓN UNIVERSITARIA DE LA COSTA

Yo, Sandra Milena Arayjo Romo, manifiesto en este documento mi voluntad de ceder a la Corporación Universitaria de la Costa los derechos patrimoniales, consagrados en el artículo 72 de la Ley 23 de 1982, del trabajo final de grado denominado Selección y utilización de procedimientos efectivos para el diseño de un plan de mantenimiento de fante el año 2011... producto de mi actividad académica para optar el título de Ingeniera Industrial en la Corporación Universitaria de la Costa, entidad académica sin ánimo de lucro, queda por lo tanto facultada para ejercer plenamente los derechos anteriormente cedidos en su actividad ordinaria de investigación, docencia y publicación. La cesión otorgada se ajusta a lo que establece la Ley 23 de 1982. Con todo, en mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada con arreglo al artículo 30 de la Ley 23 de 1982. En concordancia suscribo este documento en el momento mismo que hago entrega del trabajo final a la Biblioteca Central de la Corporación Universitaria de la Costa, CUC.

<u>Sandra Milena Arayjo Romo</u>	<u>1042430466</u>	<u></u>
NOMBRE	CÉDULA	FIRMA

Barranquilla, D.E.I.P., a los Veintinueve 29 días del mes de Agosto de 200 11.

"Los derechos de autor recaen sobre las obras científicas, literarias y artísticas en las cuales se comprenden las creaciones del espíritu en el campo científico, literario y artístico, cualquiera que sea el modo o forma de expresión y cualquiera que sea su destinación, tales como: los libros, folletos y otros escritos; las conferencias, alocuciones, sermones y otras obras de la misma naturaleza; las obras dramáticas o dramático-musicales; las obras coreográficas y las pantonimias; las composiciones musicales con letra o sin ella; las obras cinematográficas a las cuáles se asimilan las obras expresadas por procedimiento análogo a la cinematografía, inclusive los video gramas, las obras de dibujo, pintura, arquitectura, escultura, grabado, litografía; las obras fotográficas a las cuales se asimilan las expresas por procedimiento análogo o la fotografía; las obras de artes plásticas; las ilustraciones, mapas, planos, croquis y obras plásticas relativas a la geografía, a la topografía, a la arquitectura o a las ciencias, en fin, toda producción del dominio científico, literario o artístico que puedan producirse o definirse por cualquier forma de impresión o de reproducción, por fonografía o radiotelefonía o cualquier otro medio conocido o por conocer". (Artículo 2 de la Ley 23 de 1982).



Corporación Universitaria de la Costa

ENTREGA DEL TRABAJO DE GRADO Y AUTORIZACIÓN DE SU USO A FAVOR DE LA CORPORACIÓN UNIVERSITARIA DE LA COSTA

Yo, Carlos Roberto Nievas Donado, mayor de edad, identificado con la cédula de ciudadanía N° 1140818589, de Barranquilla, actuando en nombre propio, en mi calidad de autor del trabajo de tesis, monografía o trabajo de grado denominado: Selección y utilización de procedimientos efectivos para el diseño de un plan de mantenimiento durante el primer semestre del año 2011 que promueva un sistema de mejoramiento continuo del mantenimiento en la empresa Agrocataldo hago entrega del ejemplar respectivo y de sus anexos de ser el caso, en formato digital o electrónico (CD ROM) y autorizo a la CORPORACIÓN UNIVERSITARIA DE LA COSTA, para que en los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia, utilice y use en todas sus formas, los derechos patrimoniales de reproducción, comunicación pública, transformación y distribución (alquiler, préstamo público e importación) que me corresponden como creador de la obra objeto del presente documento. PAARÁGRAFO: La presente autorización se hace extensiva no sólo a las facultades y derechos de uso sobre la obra en formato o soporte material, sino también para formato virtual, electrónico, digital, óptico, usos en red, Internet, extranet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer.

El AUTOR - ESTUDIANTES, manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y la realizó sin violar o usurpar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es de su exclusiva autoría y detenta la titularidad ante la misma. PARÁGRAFO: En caso de presentarse cualquier reclamación o acción por parte de un tercero en cuanto a los derechos de autor sobre la obra en cuestión, EL ESTUDIANTE - AUTOR, asumirá toda la responsabilidad, y saldrá en defensa de los derechos aquí autorizados; para todos los efectos, la Universidad actúa como un tercero de buena fe.

Para constancia se firma el presente documento en dos (02) ejemplares del mismo valor y tenor, en Barranquilla D.E.I.P., a los 2 a días del mes de Agosto de Dos Mil once 20011

EL AUTOR - ESTUDIANTE.

(Firma) Carlos Roberto Nievas Donado
Nombre Carlos Roberto Nievas Donado
C.C. N° 1140818589 de B/guilla



Corporación Universitaria de la Costa
ENTREGA DEL TRABAJO DE GRADO Y
AUTORIZACIÓN DE SU USO A FAVOR DE LA
CORPORACIÓN UNIVERSITARIA DE LA COSTA

Yo, Sandra Milena Araujo Romo, mayor de edad, identificado con la cédula de ciudadanía N° 1042930466, de Barranquilla, actuando en nombre propio, en mi calidad de autor del trabajo de tesis, monografía o trabajo de grado denominado: Selección y utilización de procedimientos efectivos para el diseño de un plan de mantenimiento durante el primer semestre del año 2011 que promueva un sistema de mejoramiento. hago entrega del ejemplar respectivo y de sus anexos de ser el caso, en formato digital o electrónico (CD ROM) y autorizo a la CORPORACIÓN UNIVERSITARIA DE LA COSTA, para que en los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia, utilice y use en todas sus formas, los derechos patrimoniales de reproducción, comunicación pública, transformación y distribución (alquiler, préstamo público e importación) que me corresponden como creador de la obra objeto del presente documento. PAARÁGRAFO: La presente autorización se hace extensiva no sólo a las facultades y derechos de uso sobre la obra en formato o soporte material, sino también para formato virtual, electrónico, digital, óptico, usos en red, Internet, extranet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer.

El AUTOR - ESTUDIANTES, manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y la realizó sin violar o usurpar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es de su exclusiva autoría y detenta la titularidad ante la misma. PARÁGRAFO: En caso de presentarse cualquier reclamación o acción por parte de un tercero en cuanto a los derechos de autor sobre la obra en cuestión, EL ESTUDIANTE - AUTOR, asumirá toda la responsabilidad, y saldrá en defensa de los derechos aquí autorizados; para todos los efectos, la Universidad actúa como un tercero de buena fe.

Para constancia se firma el presente documento en dos (02) ejemplares del mismo valor y tenor, en Barranquilla D.E.I.P., a los 2 9 días del mes de AGOSTO de Dos Mil once 200 11

EL AUTOR - ESTUDIANTE.

(Firma) Sandra Milena Araujo Romo
Nombre Sandra Milena Araujo Romo
C.C. N° 1042930466 de Barranquilla